

## АНОТАЦІЯ

Ландар С.М. Розробка технологічної системи свердловинного інструменту діаметром 127 мм для зниження торсіонних вібрацій. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 185 – нафтогазова інженерія та технології. – Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, 2026.

Зміст дисертації. У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення та нове вирішення актуального науково-прикладного завдання, яке полягає у розробленні технологічної системи свердловинного інструменту діаметром 127 мм для зниження торсіонних вібрацій бурильної колони під час буріння нафтогазових свердловин, що забезпечує підвищення механічної швидкості буріння, зменшення динамічного навантаження на елементи компоновки низу бурильної колони та збільшення ресурсу породоруйнівного інструменту.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дослідження, сформульовано мету та завдання роботи, визначено об'єкт, предмет і методи досліджень, наведено наукову новизну, практичне значення отриманих результатів, особистий внесок автора та відомості щодо апробації результатів дослідження.

У першому розділі виконано аналіз сучасного стану проблеми виникнення вібрацій бурильної колони при бурінні нафтових і газових свердловин. Розглянуто основні типи коливань бурильної колони, причини їх виникнення, механізми розвитку та вплив на бурильну колону, породоруйнівний інструмент і внутрішньо свердловинне обладнання. Проведено аналіз існуючих конструкцій пристроїв для демпфування поздовжніх, торсіонних та високочастотних торсіонних коливань, визначено їх переваги, недоліки та сформовано основні напрями подальших досліджень.

У другому розділі досліджено причини відмов елементів компоновки низу бурильної колони під дією динамічних навантажень, виконано аналіз статистичних даних аварійності та практичних прикладів пошкодження бурового обладнання. Обґрунтовано необхідність створення бурового амортизатора торсіонних вібрацій нового типу, розроблено його конструкцію, запропоновано механізм передачі крутного моменту та осьового навантаження із застосуванням багатозахідної несамогальмівної гвинтової пари, пакета тарілчастих пружин та системи компенсації внутрішнього тиску.

У третьому розділі сформовано комплекс теоретичних методик дослідження. Побудовано математичну модель торсіонних коливань бурильної колони з пружною муфтою у компонованні, що дозволяє визначати закономірності зміни кута закручування, крутного моменту, дотичних напружень, коефіцієнта віброзахисту та коефіцієнта динамічності долота. Розроблено числову модель вузла передачі осьового навантаження та крутного моменту бурового амортизатора в середовищі ANSYS Workbench, досліджено вплив геометричних параметрів і коефіцієнта тертя на ефективність роботи механізму та проведено аналіз його напружено-деформованого стану.

У четвертому розділі наведено результати експериментальних досліджень. Розроблено автономний пристрій реєстрації вибійних вібрацій Smart 4, проведено його польові випробування та виконано аналіз впливу динамічних процесів на ефективність буріння й технічний стан породоруйнівного інструменту. Проведено стендові випробування лабораторного зразка бурового амортизатора торсіонних вібрацій, визначено раціональні параметри пружного вузла та експериментально підтверджено підвищення механічної швидкості буріння при використанні запропонованої конструкції.

У п'ятому розділі наведено результати впровадження досліджень. Виконано інженерне обґрунтування конструкції бурового амортизатора, визначено діапазони експлуатаційних навантажень, проведено розрахунки на міцність та витривалість за

найбільш навантаженими перерізами, встановлено закономірності передачі осьового навантаження та крутного моменту через пружний вузол амортизатора. Підтверджено працездатність конструкції в робочому діапазоні навантажень та ефективність запропонованої технологічної системи. Практичну цінність роботи підтверджено впровадженням результатів досліджень у виробничу діяльність ТОВ «Енергофінанс», розробленням системи реєстрації вибійних вібрацій Smart 4 та отриманням трьох патентів України на корисні моделі.

За результатами проведених досліджень удосконалено методику розрахунку параметрів торсіонних коливань бурильної колони, розроблено нову конструкцію бурового амортизатора торсіонних вібрацій діаметром 127 мм із механізмом перетворення крутного моменту в осьове переміщення пружного елемента та вперше інтегровано в конструкцію амортизатора систему компенсації внутрішнього тиску для роботи у складних термобаричних умовах свердловини. Експериментально підтверджено можливість підвищення механічної швидкості буріння, зменшення інтенсивності торсіонних коливань і збільшення довговічності елементів компоновки низу бурильної колони.

**Ключові слова:** Нафта, газ, родовище, свердловина, буріння, бурильна колона, компоновка низу бурильної колони, долото PDC, вибій, кінетична енергія, вібрації, коливання, математична модель, моделювання, віброзахист, вібронадійність, пружний елемент, ефективність, механічна швидкість буріння, режим буріння, амортизатор, тарілчасті пружини.

## ABSTRACT

Landar S.M. Development of a Technological System of a 127 mm Downhole Drilling Tool for Reducing Torsional Vibrations. – Qualification scientific work presented as a manuscript.

Dissertation submitted for the degree of Doctor of Philosophy in Specialty 185 – Oil and Gas Engineering and Technologies. – National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic", Poltava, 2026.

Contents of the dissertation. The dissertation presents a theoretical generalization and a new solution to an important scientific and applied problem consisting in the development of a technological system of a 127 mm downhole drilling tool for reducing drill string torsional vibrations during oil and gas well drilling. The proposed system provides an increase in the rate of penetration, a reduction in dynamic loads acting on the Bottom Hole Assembly (BHA), and an extension of life of drill bits.

The introduction substantiates the relevance of the research topic, formulates the aim and objectives of the study, defines the object, subject, and research methods, and presents the scientific novelty, practical significance of the obtained results, the author's personal contribution, and information on the approbation of the research findings.

Chapter 1 analyzes the current state of the problem of drill string vibrations occurring during oil and gas well drilling. The main types of drill string vibrations, their causes, mechanisms of development, and their influence on the drill string, rock-cutting tools, and downhole equipment are considered. Existing designs of devices intended for damping axial, torsional, and high-frequency torsional vibrations are reviewed, their advantages and disadvantages are identified, and the main directions for further research are established.

Chapter 2 investigates the causes of Bottom Hole Assembly failures under dynamic loading conditions. Statistical data on equipment failures and practical examples of drilling equipment damage are analyzed. The necessity of developing a new type of torsional vibration shock absorber is substantiated. A new shock absorber design is proposed,

including a mechanism for transmitting torque and axial load based on a multi-start self-locking-resistant screw pair, a stack of Belleville springs, and an internal pressure compensation system.

Chapter 3 presents a comprehensive set of theoretical research methods. A mathematical model of drill string torsional vibrations with an elastic coupling incorporated into the Bottom Hole Assembly is developed, enabling the determination of the relationships between the angle of twist, torque, shear stresses, vibration isolation coefficient, and bit dynamic coefficient. A numerical model of the torque and axial load transmission mechanism of the drilling shock absorber is developed using ANSYS Workbench. The influence of geometric parameters and friction coefficient on the operating efficiency of the mechanism is investigated, and its stress-strain state is analyzed.

Chapter 4 presents the results of the experimental investigations. An autonomous Smart 4 downhole vibration recording system is developed and field-tested, and the influence of drilling dynamics on drilling efficiency and the technical condition of rock-cutting tools is evaluated. Laboratory bench tests of a prototype torsional vibration drilling shock absorber are carried out. The optimum parameters of the elastic element assembly are determined, and the increase in the rate of penetration achieved through the application of the proposed design is experimentally confirmed.

Chapter 5 presents the implementation of the research results. The engineering justification of the drilling shock absorber design is provided, the operational loading ranges are determined, and strength and fatigue analyses are performed for the most highly loaded cross-sections. The relationships governing torque and axial load transmission through the elastic mechanism of the shock absorber are established. The operability of the proposed design within the required operating load range and the efficiency of the developed technological system are confirmed. The practical value of the research is demonstrated through the implementation of the obtained results in the drilling operations of Energofinans LLC, the development of the Smart 4 downhole vibration monitoring system, and the acquisition of three Ukrainian utility model patents.

The research resulted in the improvement of the methodology for calculating the parameters of drill string torsional vibrations, the development of a new 127 mm torsional vibration drilling shock absorber incorporating a mechanism that converts torque into axial displacement of an elastic element, and, for the first time, the integration of an internal pressure compensation system into the shock absorber design for reliable operation under severe downhole thermobaric conditions. Experimental investigations confirmed the possibility of increasing the rate of penetration, reducing the intensity of torsional vibrations, and extending the service life of Bottom Hole Assembly components.

**Keywords:** Oil, gas, field, borehole, drilling, drill string, bottom hole assembly, PDC bit, bottomhole, kinetic energy, vibrations, resonant vibrations, mathematical model, modeling, vibration protection, vibration reliability, elastic element, efficiency, rate of penetration, drilling mode, absorber, disk springs.